

⑪ 公開特許公報 (A) 平1-220720

⑤Int. Cl.⁴F 16 C 33/66
33/60
33/64

識別記号

序内整理番号

Z-6814-3J
6814-3J
6814-3J

④公開 平成1年(1989)9月4日

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全8頁)

⑩発明の名称 転がり軸受及びその製造方法

⑪特 願 昭63-46690

⑫出 願 昭63(1988)2月29日

⑬発明者 隅田 雄一 神奈川県藤沢市遠藤1062 湘南ライフタウン〇-62-5
 ⑭発明者 大浦 行雄 神奈川県平塚市山下760-1 若宮ハイツ9-404
 ⑮発明者 當摩 寛也 神奈川県茅ヶ崎市松が丘2-8-20-5
 ⑯出願人 日本精工株式会社 東京都品川区大崎1丁目6番3号
 ⑰代理人 弁理士 森 哲也 外2名

明細書

受。

1. 発明の名称

転がり軸受及びその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 外輪、内輪の各軌道面および転動体の表面のうち少なくとも外輪軌道面が、深さ0.0005mm以上0.008mm以下の多数の溝状凹部と、該溝状凹部で仕切られ且つ溝状凹部を除いたあらさが0.08μmRa以下の平滑面とで形成されており、かつ、前記溝状凹部が始動後の回転中も完全になくならないことを特徴とした転がり軸受。

(2) 溝状凹部は、軌道輪の円周方向に対して角度をもち、凹部同士で互いに交差するように形成された請求項1記載の転がり軸受。

(3) 溝状凹部の一本の幅は、軌道面と転動体とによって形成されるヘルツの接触梢円の短径よりも狭く、且つ平滑面の1個の幅は、ヘルツの接触梢円の長径よりも小さい請求項1記載の転がり軸受。

(4) 溝状凹部と平滑面とが形成される転がり軸受が玉軸受である請求項1、2又は3記載の転がり軸

受。

⑮ 溝状凹部と平滑面とは、超仕上げ加工されている請求項1、2、3又は4記載の転がり軸受。

⑯ 外輪、内輪の各軌道面および転動体の表面のうち少なくとも外輪軌道面に、平均粒径0ないし40μmの粗粒砥石を使用して、深さ0.0005mm以上0.008mm以下の多数の溝状凹部を形成する工程と、その後に平均粒径0ないし8μmの仕上げ加工用微粒砥石を使用して、溝状凹部で仕切られ且つ該溝状凹部を除いたあらさが0.08μmRa以下の平滑面を形成する工程とを含む多段階超仕上げ加工を施すことを特徴とする転がり軸受の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、玉軸受、円すいころ軸受、円筒ころ軸受、自動調心ころ軸受、スラスト軸受などのころがり軸受の改良に關し、特に、軌道輪と転動体の相対運動を制御することにより、高速回転中にしばしば潤滑油の供給が中断されるという過酷な

条件に耐えて十分な軸受性能が得られるようになしたものである。

〔従来の技術〕

転がり軸受の寿命は、軌道輪と転動体との転がり接触面における潤滑油膜の形成の度合と密接な関係がある。

そこで従来、軸受の転がり接触面における潤滑油膜の形成について、いくつかの提案がなされてきた。

例えば、実公昭49-40208号公報に記載のものは、転がり軸受の外輪、内輪および転動体のうち少なくともその一つに、研削、超仕上、ボーリングなどにより、負荷容量に影響のないミクロンオーダーのごく浅い螺旋状うねりを形成し、軸受の回転に伴うその螺旋状うねりのネジボンブ作用で、潤滑油を接触面の全体に均一に行きわたして油膜を形成するものである。

特開昭62-274115号公報及び実開昭61-23520号公報に記載のものは、軌道輪の軌道面または転動体表面のいずれか、または全部

について、0.1～0.4 μmの深さとなるように超仕上げ加工をクロス目に行い、形成される凹凸部の凸部を分散配置し、かつ凹部を軸方向及び円周方向に互いに連続するように形成して油膜の保持機能を高めたものである。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし前者は、浅い螺旋状うねりの作用で軸受軌道輪面と転動体との接触面の全体に均一にむらなく潤滑油を行きわたらせようとするもので、その意図するところは、あくまでも通常の連続的な給油状態で使用される軸受を前提として、その潤滑性を向上させることにある。すなわち、回転中にしばしば潤滑油の供給が中断されるという過酷な条件下での使用は全く想定していない。又、その螺旋状うねりを経済的に見合うコストで加工することが、非常に難しいという問題もある。

一方、後者は、軸受の輸送中または始動時の潤滑油膜の保持性を向上させようとするもので、その意図するところは、専ら輸送時の軸受振動による擬似圧痕の問題の解消にある。すなわち、機器

に組み込まれた軸受にあっては、回転使用される以前には軌道輪と転動体との接触面に未だ十分な潤滑油膜は形成されていない。そのため輸送中の振動で、軌道輪と転動体との接触部分での擦り返したたきによる擬似圧痕が発生して、始動時に軸受振動と音響が増大するという現象を防止するものである。換言すれば、後者の超仕上げ加工によるクロス目の凹凸が必要なのは軸受が回転使用される前の輸送時又は始動時である。軸受が一旦機器に取りつけられ、回転を始めた後は必要がないものであり、時間の経過とともに軌道輪と転動体との接触面圧により、クロス目は平滑化される程度の深さ、例えば0.1～0.4 μmに規制されている。

ところが、近年、高度な技術分野では軸受の使用条件は極めて苛酷になりつつある。例えば油潤滑で高速回転中の軸受に対して、一定の短時間（例えば30秒間）、潤滑油の供給が中断されるという現象が繰り返されるといった条件下でも、焼付等の損傷を生じない軸受が求められている。

こうした、一時的に潤滑油の供給が遮断されるという条件下での一般的な軸受の挙動は、次のように考えられる。

一般に、高速回転軸受においては、転動体に作用する遠心力により、外輪側の方が内輪側に比べて転動体に負荷される荷重が大きい。

潤滑油が順調に連続的に供給されている通常の高速運転状態であれば、潤滑油が十分にあるから、転動体と軌道輪との間には油膜形成が十分に行われていると考えてよい。したがって外輪側と内輪側とで摩擦係数には大差なく、外輪側では転動体荷重が大きい分だけ摩擦力が内輪側より大きくなる。そのため転動体は、外輪側では純転がりに近い状態で回転する。

ところが、その状態から一時的に潤滑油の給油が遮断された場合を想定すると、通常、内輪回転で使用されている軸受では、内輪側においては表面の潤滑油が遠心力により振り飛ばされるため、油膜が切れて金属接触する部分が増える。その結果、内輪側の摩擦係数が急激に増大する。一方、

外輪側ではこのような遠心力は作用しないため、潤滑油はなお残存している。よって、上記のような金属接触部分は少なく、内輪側程の急激な摩擦係数の増大は生じない。

そのため、潤滑油の供給が遮断されたまま或る時間を経過すると、内輪側の摩擦力が外輪側の摩擦力を上回るようになる。すると今度は、転動体は内輪側で純転がりに近い状態で回転すると共に、外輪側では微小滑りを伴った状態で回転する。潤滑油の遮断によるこのような回転状態の移行時に、大きなスキューピ及ジャイロすべり等を伴う場合には転動体の動きが不安定となり、同時に公転及び自転すべりも伴うため、接触部で発熱する。

その発熱で、熱容量の小さい転動体は温度が急上昇して、転動体表面の油の粘着力が弱まる。その結果、外輪側から内輪側へ転動体を介して行われていた潤滑油の補給が欠乏し、転動体と内輪との間で油膜の破断が生じて焼付いてしまう。

このような、高速回転中の潤滑油遮断に伴い発生する転動体の不安定な運動に起因する焼付きの

現象は、軸受内・外輪の軌道面あらさが $0.01 \sim 0.08 \mu\text{m Ra}$ である通常の転がり軸受の場合に容易に発生する。これに対して、上記の軌道面あらさを $0.08 \mu\text{m Ra}$ 以上にあらかじめした場合は、上記転動体の不安定運動を規制できる程度に摩擦係数を大きくできるため、幾らか有利であるが、潤滑油遮断が繰り返されるうちにその微小凹凸がつぶされる結果、軌道面あらさ $0.08 \mu\text{m Ra}$ 以下の場合と同様に焼付きが発生する。かといって、軌道面あらさを極端にあらかじめした場合は、摩擦による発熱で容易に焼付きが起こる。

本発明は、上記従来の問題点を解消するもので、軌道輪と転動体との摩擦力を適切に規制して転動体の運動を制御するという手段により、高速回転中に一定時間潤滑油の供給が遮断されることが繰り返されるという使用条件においても焼付きを防止できる転がり軸受を提供することを目的としている。

(課題を解決するための手段)

上記の目的を達成するために、本発明の転がり

軸受においては、外輪、内輪の各軌道面および転動体の表面のうち少なくとも外輪軌道面が、深さ 0.0005 mm 以上 0.008 mm 以下の多数の溝状凹部と、該溝状凹部で仕切られ且つ溝状凹部を除いたあらさが $0.08 \mu\text{m Ra}$ 以下の平滑面とで形成されており、かつ、前記溝状凹部は始動後の回転中も完全になくなることがないように構成した。

そして、上記溝状凹部は、軌道輪の円周方向に對して角度をもち、凹部同士で互いに交差するように形成することが好ましい。

また、上記溝状凹部の一本の幅は、軌道面と転動体とによって形成されるヘルツの接触梢円の短径よりも狭く、且つ上記平滑面の1個の幅は、ヘルツの接触梢円の長径よりも小さい。

また、上記溝状凹部と平滑面とを外輪と内輪の各軌道面に設ける場合、外輪軌道面のあらさと内輪軌道面のあらさとをほぼ同等にするとよい。

上記の溝状凹部と平滑面とが形成される転がり軸受が玉軸受であるとより効果的である。

上記転がり軸受の製造方法としては、平均粒径 20 nm ないし $40 \mu\text{m}$ の粗粒砥石を超仕上加工の初めの段階で使用し、その後に平均粒径 0.1 nm ないし $8 \mu\text{m}$ の仕上げ加工用微粒砥石を使用する多段階超仕上げ加工を軌道面や転動体表面に施す製造方法がある。

(作用)

上記のように構成された転がり軸受にあっては、潤滑油の供給が行われている状態において、転動体は外輪側で純転がりに近い状態にあり、あらさ $0.08 \mu\text{m Ra}$ 相当以下の平滑面に形成される油膜の圧力で負荷を支える。

一方、潤滑油の供給遮断時は、外輪の軌道面の摩擦係数が大きくなるように形成した深い溝状凹部で、外輪側の平滑面における上記油膜の圧力形成が阻止され、溝状凹部のエッジと転動体面との間の僅かな金属接触により、外輪側に適当な大きさの摩擦係数が得られる。そのため、先に述べたような外輪側から内輪側への急激な摩擦力の変動に基づく転動体の不安定なすべり運動が制御され

る。この場合、溝状凹部の分布密度として、軌道面と転動体とによって形成されるヘルツの接触輪円内に、溝状凹部が複数個存在するようにしたため、油溜りの機能も副次的に果たされて、平滑面での金属凝着は生じない。その結果、短時間の給油中断を繰り返す使用状態においても軸受の焼付きは防止される。

また、荷重を支える平滑面の周縁部における応力集中により、溝状凹部のエッジが塑性変形して凹部内に侵入してくるが、溝状凹部の深さを、その塑性変形で埋め尽くされることのない深さに規制したため、給油遮断時間の延長や、遮断の繰り返しがあっても、初期性能が失われない。

すなわち、上記溝状凹部の機能は、摩擦力で転動体の運動を制御することにあり、油の保持は副次的なものであるから、運転中に溝状凹部が消滅してしまってはならない。その意味で溝状凹部の深さが限定される。溝深さが0.0005mmより浅いと、油遮断を繰り返すうちに平滑面とのエッジ部分の塑性変形分が溝状凹部に侵入し、凹部は埋

められて消滅し、滑らかな平滑面のみが残る。その後は、通常の転がり軸受と同様に内・外輪の軌道面の摩擦係数が小さくなり、給油遮断時に転動体の不安定運動が規制できなくなって、すべりの増大による発熱の結果焼付きが起こる。

一方、0.008mmより深いと、給油状態において負荷を支えるべき平滑面で油圧を発生させる能力が極端に低下する。そのため正常な給油状態での回転中に、軌道輪の軌道面と転動体との間で金属接触を引き起こし、軸受寿命が低下する。

又、溝状凹部を除いた平滑面のあらさが0.08μmRa相当以上にあらい場合は、発熱と摩耗が著しく使用に適さない。

さらに、溝状凹部同士を互いに交差させることにより、給油遮断時の接触輪円内の各方向のすべり摩擦係数をおおむね均一化でき、不安定な転動体の運動の抑制に、より有効に作用する。

(実施例)

以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。第1図は単列玉軸受の部分断面を示すもので、

1は外輪、2は転動体（玉）、3は分割形の内輪、4は保持器である。

外輪1の軌道面1aには、深さ0.005mm～0.008mmの範囲の、多数の溝状凹部5と、その溝状凹部5で仕切られた平滑面6とが形成されている（第2図）。

上図の溝状凹部5は、外輪1の円周方向に対し角度αをもち、かつ互いに交差させて形成され、したがって平滑面6は個々に独立している場合を示している。なお角度αは、特に限定するものではないが、実験の結果10°～20°の範囲が有効であった。

更に外輪のみでなく、第3図のように内輪3の軌道面3aにも溝状凹部5を形成するようにしてもよい。

なお、第4図は、第2図に示すものを、ころ軸受の外輪1の軌道面11aに適用した場合を示している。

第5図は、外輪1の軌道面1aと玉2との接触状態を、軸方向断面で模式的に表しており、ミク

ロ的に観ると、玉の接触はヘルツの弾性接触により長くなる。そのため軌道面の接触平面の形状は、第6図のようにヘルツの接触輪円Hになっている。図では玉2の転動方向Xが短径h1で、軸方向が長径h2となる。ちなみに、内径150mmの玉軸受の場合、長径h2は4mm程度、短径h1はその1/10～1/20程度である。

溝状凹部5は、その一本の幅wがヘルツの接触輪円Hにおける短径h1より狭く形成される。その理由は、幅w>短径h1になると、玉が溝状凹部5の底に落ち込んで円滑な転動が妨げられる恐れがあるからである。

又、溝状凹部5で仕切って形成される平滑面6における互いに隣接するほぼ平行な溝同志で形成される幅Wは、ヘルツの接触輪円Hにおける長径h2より狭く形成される。その理由は、最大幅W>長径h2であると、玉と軌道面との接触面であるヘルツの接触輪円H内に存在する溝状凹部5の本数が少な過ぎて（極端な場合は、接触輪円H内が平滑面6のみで占められることになる）、

玉と軌道面との間に必要な摩擦係数が確保できないからである。

使用条件により異なるが、後述の試験においては、溝状凹部5の深さは0.0005mm以上、0.002mm以下であって、且つ溝状凹部5の数は前記ヘルツの接触圧円H内で間隔1mm当たり10~40本とした場合が特に効果的であった。

上記のような溝状凹部5と平滑面6とは、超仕上げ加工で形成される。

従来の超仕上げ加工法は、あらさの粗い有害な研削面を除去して、できるだけあらさの良い滑らかな面を得ることを目的としてきた。そのために、通常の超仕上げ加工では、前記の深いあらさの溝状凹部を加工することは困難である。

そこで本実施例においては、深いあらさの溝状凹部5と、これに仕切られた平滑面6とを加工するために、外輪1の軌道面1aと内輪3の軌道面3aとに、それぞれ以下に述べる工程からなる多段超仕上加工を施して所定の玉軸受を製造した。

その製造工程は、

較的小さい従来のものでは、潤滑油遮断時に外輪側の摩擦係数が内輪側に比し著しく小さくなり、給油状態下の転動体における外輪側での純転がり状態（外輪コントロール）から、内輪側での純転がり状態（内輪コントロール）への移行が、玉軸受特有のジャイロ運動を伴って急激に行われる。そのため玉の自転軸が安定せず、玉の運動が不安定になる。給油遮断時のこうした変化は、玉の公転数の変化の仕方に対応する。

第8図はその結果を表したもので、図中（イ）は外輪軌道面あらさ0.02μmRaの従来品であり、給油遮断が1.2~1.3秒続くと、玉の公転数が減少しはじめている。公転数の変化開始時にゆっくり変化しているのは、ジャイロ運動を伴っているからである。その後公転数が急激に減少しているのは、この運動による玉の不安定な動きですべりが増大したためで、その結果、温度が急上昇して焼付きが発生した。

一方、図中（ハ）は第7図に示す本実施例のものであり、外輪コントロールから内輪コントロー

第一工程として、例えば平均粒径2.0~4.0μmの粗粒砥石を超仕上げの初めの段階で使用した。そして、軌道輪と砥石との相対回転運動、軸方向相対運動を制御しつつ、先ず深い溝状凹部を形成した。

第二工程として、例えば平均粒径0~8μmの仕上加工用微粒砥石を次段階で使用した。これにより、第一工程で得た深い溝状凹部で仕切られた平滑面のあらさを、溝状凹部を除き0.08μmRa以下となるように形成した。

第7図は、上記多段超仕上加工を施した外輪軌道面1aの状態の一例を示す部分拡大図であり、溝状凹部5の深さは0.0005~0.003mm、又溝状凹部を除いた平滑面6のあらさは0.05μmRa相当程度のものである。

このようにして製造された内径150mmの玉軸受を試験機にかけて、高速回転中における潤滑油の供給遮断試験を、従来型の玉軸受と比較して行った。

特に、玉軸受の場合、外輪軌道面のあらさが比

ルへの移行がジャイロ運動を伴わずに行われているため、玉の公転速度がスムーズに減少している。この場合は滑りによる発熱は最小に押さえられ、焼付きは発生しなかった。

第9図は、同様の給油遮断試験における、外輪温度上昇状態を表している。図中（イ）は外輪軌道面あらさ0.02μmRaの従来品、（ロ）は外輪軌道面あらさ0.08μmRaの従来品（第10図はその試験前の外輪軌道面の状態の一例を示す部分拡大図）、（ハ）は第7図に示された本実施例のものである。従来品（イ）、（ロ）は、いずれも給油遮断時間3.0秒未満で、途中から急激に温度が上昇して焼付きが発生している。

これに対して、（ハ）は滑らかな温度上昇を示し、給油遮断時間が3.0秒を越えても焼付きは認められなかった。

第11図は第10図に示された上記従来の試験品（ロ）について、又第12図は本実施例のもの（ハ）について、それぞれ高速運転と所定時間の給油遮断とを繰り返し行った後の、外輪軌道面あ

らさの変化状態を表したものである。給油遮断時間は、従来の試験品(ロ)の焼付きが発生する以前の時間とし、20秒に設定した。

第11図に示す試験後の従来品(ロ)は、未だ焼付きは発生していないが、第10図に示す試験前のものに比べて、あらさの山が潰れて谷を埋めている。このまま給油遮断を繰り返して使用すると、外輪側の摩擦力が減り、玉の運動を制御できなくなつて焼付きを起こす。

第12図に示す試験後の本実施例のもの(ハ)は、焼付きは全く見られず、第7図に示す試験前のものと比べて、溝状凹部5は埋められておらず、このまま更に引き続き給油遮断を繰り返しつつ使用することが可能であった。

なお、上記実施例は玉軸受の場合について説明したが、その他の転がり軸受である円すいころ軸受、円筒ころ軸受、自動調心ころ軸受、あるいはスラスト軸受などにも同様に適用することができる。

また、上記溝状凹部5及び平滑面6は、軌道面

のみでなく転動体の表面にも形成することが可能である。

(発明の効果)

本発明によれば、以上説明したように構成されているため、次のような効果が得られる。

少なくとも外輪の軌道面に所定の溝状凹部と平滑面とを形成することにより、高速回転中に潤滑油の供給が或る程度の時間中断される状態が繰り返されるような使用条件においても、転動体の不安定な運動を抑制でき、焼付きを防止し長寿命が達成される。

また、溝状凹部の一本の幅と本数をヘルツの接触梢円の大きさに基づいて定めることにより、転がり軸受の種類、サイズに応じてきめこまかく対応できる。

また、溝状凹部を軌道輪の円周方向に対し角度をつけて互いに交差させることにより、転動体の各種の複雑な滑り運動がより有効に抑制できる。

更には、上記溝状凹部と平滑面とを玉軸受に形成すると、給油遮断で玉軸受に特有に発生する玉

のジャイロ運動の抑制効果が特に大きく、耐焼付性が一段と向上する。

そして、溝状凹部と平滑面とを、多段超仕上加工を施すことにより加工する製造方法としたため、特殊の製造装置を必要とせずに、潤滑油遮断が繰り返される使用状態でも長寿命を保証できる転がり軸受を、低コストで、容易に量産できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例である玉軸受の要部の縦断面図、第2図はその外輪軌道面の一例の模式図、第3図は第1図の玉軸受の内輪の模式図、第4図は本発明を適用したころ軸受の外輪の模式図、第5図は第1図の玉軸受の外輪の軌道面と玉との接触状態を表す軸方向断面模式図、第6図は第5図のVI矢視で示すヘルツの接触梢円の模式図、第7図は第2図の軌道面のあらさ曲線図、第8図は従来品と第1図のものとの比較試験における給油遮断時間と転動体公転速度との相関グラフ、第9図は上記試験における給油遮断時間と外輪温度上昇との相関グラフ、第10図は第9図に(ロ)

で示す従来品の試験前あらさ曲線図、第11図はその試験後のあらさ曲線図、第12図は第7図のものの試験後のあらさ曲線図である。

図中、1は外輪、1aは軌道面、2は玉(転動体)、3は内輪、5は溝状凹部、6は平滑面である。

特許出願人

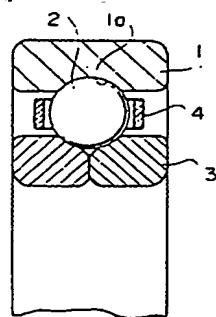
日本精工株式会社

代理人 弁理士 森 哲也

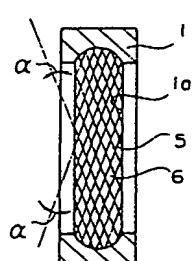
弁理士 内藤嘉昭

弁理士 清水 正

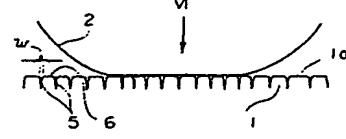
第1図



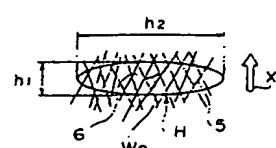
第2図



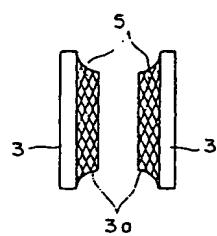
第5図



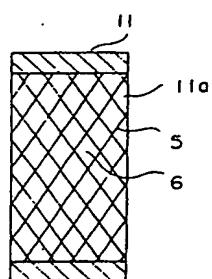
第6図



第3図



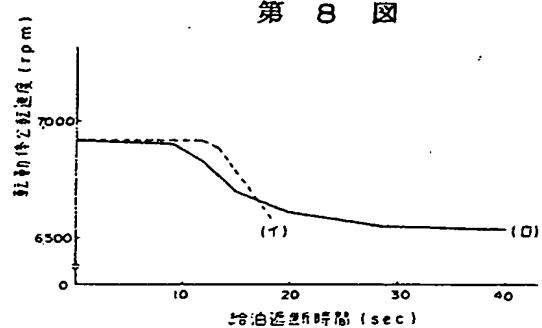
第4図



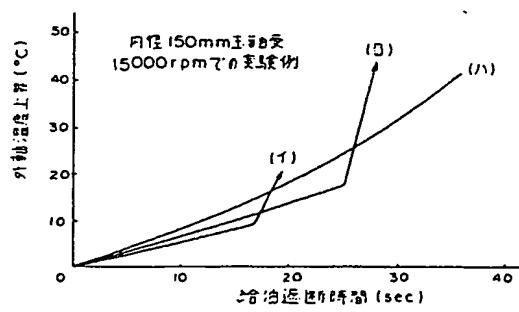
第7図



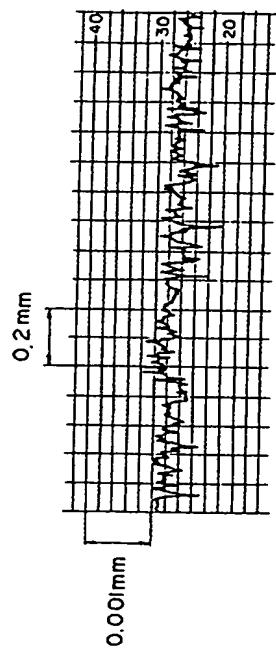
第8図



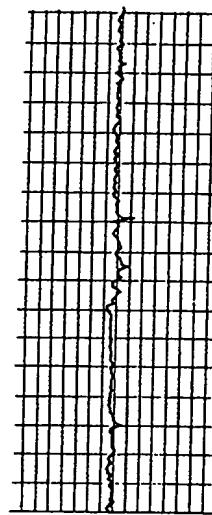
第9図



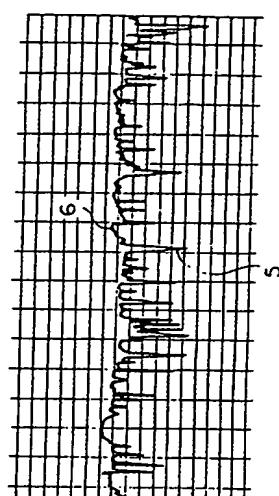
第10図



第11図



第12図



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第5部門第2区分

【発行日】平成7年(1995)12月8日

【公開番号】特開平1-220720

【公開日】平成1年(1989)9月4日

【年通号数】公開特許公報1-2208

【出願番号】特願昭63-46690

【国際特許分類第6版】

F16C 33/66 Z 9031-3J
33/60 9031-3J
33/64 9031-3J

丁番 9031-3J
平成6年12月12日

特許庁長官 高島 草履

通

1. 事件の表示

昭和63年特許願第46690号

2. 発明の名称

伝がり軸受及びその製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 (420)日本精工株式会社

4. 代理人

住所 東京都千代田区神田駿河町三丁目7番地 材木ビル8階

日 本 国 際 特 许 事 務 所

②101 電話03-5295-3311

氏名 (6688) 亦澤七森 哲也

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲及び発明の詳細な説明の各部

6. 補正の内容

(1) 明細書中、特許請求の範囲を削除の通り補正する。

(2) 明細書中、第9頁第1行~第10頁第6行「外輪、内輪の……製造方法がある」とあるを下記の通り補正する。

「外輪、内輪の各軌道面および転動体の表面のうち少なくとも外輪軌道面を、
厚さ0.0005mm以上0.008mm以下の多數の滑状凹部と、該滑状凹部で仕切
られ且つ滑状凹部を除いたあらさが0.08μmRa以下の中滑面とで形成する
ように構成した。」

そして、転動体表面は、軌道輪の円周方向に対して角度をもち、凹部同士
で互いに交叉するように形成することが好ましい。

また、上記滑状凹部の一本の軸は、軌道面と転動体とによって形成されるヘ
ルツの接触円の直径よりも狭く形成することが好ましい。

さらに、前記接触円の1個の幅は、ヘルツの接触円の直径よりも小さくす
ることが好ましい。

上記がり軸受の製造方法としては、外輪、内輪の各軌道面および転動体の
表面と、平均粒径2.0ないし4.0μmの粗粒砥石とを相対回転運動をしつつ、
輪方向相対運動をさせて粗仕上げ粗仕上加工する工程と、その後に平均粒径8
μm以下の仕上げ加工用微粒砥石を使用して粗仕上加工をする工程とからなる
製造方法がある。」

(3) 明細書中、第17頁第19行「図中(ハ)は」とあるを「図中(ロ)は」と
補正する。

以上

2

特許庁
6.12.13

(2)

3

特許請求の範囲

- (1) 外輪、内輪の各軌道面および転動体の表面のうち少なくとも外輪軌道面が、深さ 0.0005 mm 以上 0.008 mm 以下の多数の溝状凹部と、該溝状凹部で仕切られ且つ溝状凹部を除いたあらさが $0.08 \mu\text{m Ra}$ 以下の平面面とで形成されていることを特徴とした転がり軸受。
- (2) 前記溝状凹部は、軌道輪の円周方向に対して内側をもち、凹部同士で互いに交差するように形成された請求項(1)記載の転がり軸受。
- (3) 前記溝状凹部の一本の幅は、軌道面と転動体とによって形成されるヘルツの接触円の直径よりも狭く形成されている請求項(1)記載の転がり軸受。
- (4) 前記平面面の 1 個の輪は、ヘルツの接触円の直径よりも小さい請求項(1)又は(3)に記載の転がり軸受。
- (5) 外輪、内輪の各軌道面および転動体の表面と、平均粒径 2.0 ないし $4.0 \mu\text{m}$ の粗粒砥石とを相対回転運動をしつつ、輪方向相対運動をさせて荒仕上げ粗仕上加工する工程と、その後に平均粒径 $8 \mu\text{m}$ 以下の仕上げ加工用微粒砥石を使用して精仕上加工をする工程とからなる転がり軸受の製造方法。

4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.